

S04P0035W01

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-190031

(P 2 0 0 2 - 1 9 0 0 3 1 A)

(43)公開日 平成14年7月5日(2002.7.5)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
G06T 7/60	150	G06T 7/60	150 S 5B043
7/00	300	7/00	300 F 5L096
	530		530

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全18頁)

(21)出願番号 特願2001-263040(P 2001-263040)
 (22)出願日 平成13年8月31日(2001.8.31)
 (31)優先権主張番号 特願2000-310265(P 2000-310265)
 (32)優先日 平成12年10月11日(2000.10.11)
 (33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 500473162
 國枝 博昭
 神奈川県茅ヶ崎市円蔵一丁目12番28号
 (72)発明者 國枝 博昭
 神奈川県茅ヶ崎市円蔵一丁目12番28号
 (72)発明者 一色 剛
 東京都目黒区大岡山二丁目12番1号 東京
 工業大学理工学研究科集積システム専攻内
 (72)発明者 李冬菊
 東京都目黒区大岡山二丁目12番1号 東京
 工業大学理工学研究科集積システム専攻内
 (74)代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造

最終頁に続く

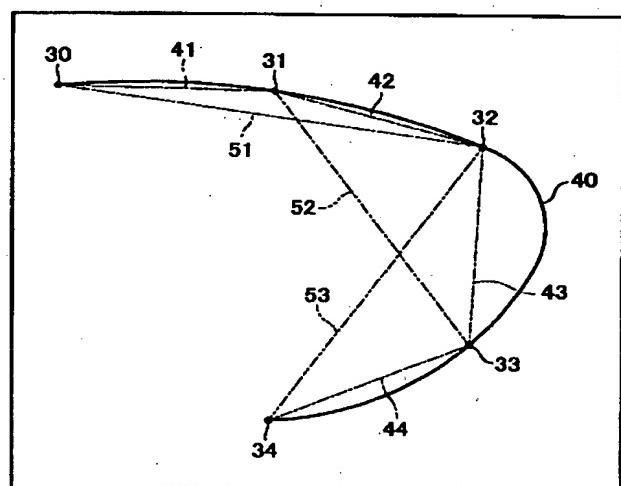
(54)【発明の名称】曲線識別システム

(57)【要約】

【課題】 情報処理能力に制約の有る曲線識別システムにおいて、曲線の画像情報を局所的かつ断片的に認識処理し、当該曲線が回転及び移動した場合にも、特定可能であり、ノイズにも強い曲線識別システムが望まれていた。

【解決手段】 曲線画像の中で重要性の高い要素、例えば曲線形状、傾き及び位置等を全て簡素な数値により表現し、その数値データの保存及び照合を簡素な装置で高速かつ正確に行う。前記曲線形状は当該曲線上に等間隔弦を沿わせたサンプリング点を適宜結んだ複数の弦の長さで、前記傾き及び位置等は座標により数値化することができるアルゴリズムを備えた。

特徴弦の数値化



【特許請求の範囲】

【請求項1】 曲線を表すデータ形式として、特異点(30)に始まる曲線(40)の延長方向を単位長さの弦(41)(42)(43)(44)でたどって順次1単位長さづつ測定点(31)(32)(33)(34)を付しながら前記曲線(40)の末端まで進行し、前記特異点(30)及び前記各測定点から2単位先の測定点までの弦(51)(52)(53)の長さを順次計測する計測手段と、その計測データの数値群によって曲線形状の記憶、再生、又は照合をすることを特徴とする曲線識別システム。

【請求項2】 巨視的には緻密であり微視的には所定の間隔を持って規則的に配列された複数の画素からなる画像を前記数値群に変換する画像処理アルゴリズムにおいて、測定点(12)が前記間隔の位置に存在する場合に、前記曲線上のある基準点(100)から規定の直線距離(99)にある前記曲線上の測定点(12)の座標を算出する手段として、前記基準点(100)から規定の直線距離(99)より近くにある第一の画素位置(10)と前記基準点(100)から規定の直線距離(99)より遠くにある第二の画素位置(11)と前記基準点(100)とを結ぶ三角形を想定し、前記基準点(100)と第一の画素位置(10)を結ぶ第一辺と、前記基準点(100)と第二の画素位置(11)を結ぶ第二辺の長さ及び前記規定の直線距離(99)との比率により、第一の画素位置(10)と第二の画素位置(11)を結ぶ第三辺を比例配分することによって前記測定点(12)の座標を特定すべく近似計算する測定点算出アルゴリズムを備えたことを特徴とする請求項1に記載の曲線識別システム。

【請求項3】 曲線(400)を表すデータ形式として、前記曲線(400)の弦(501)(502)(503)(504)の中の二つの弦がなす角度などの曲線の湾曲の方向を示す方位角(408)又は曲率度(409)(410)(411)と弦(501)(502)(503)(504)の長さを組み合わせた前記数値群によって前記曲線(400)の形状及び方向まで特定して記憶、再生、又は照合をすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の曲線識別システム。

【請求項4】 曲線(400)を表すデータ形式として、特定の弦(501)のどちらか片端にある特定の軌跡点(402)(403)(404)(405)の位置を位置データに数値化する位置測定手段と、その位置データを含めた前記数値群によって前記曲線(400)の形状、方向及び位置まで特定して記憶、再生、又は照合をすることを特徴とする請求項3に記載の曲線識別システム。

【請求項5】 複数に分割されたブロック画像に細分化するブロック細分化手段と、該ブロック画像のコントラストを強めて白黒に二値化して二値化処理画像を得る第

10

1の二値化処理手段と、該二値化処理画像から前記指紋の凸条模様即ち隆線の方向を検出する隆線方向検出手段と、前記隆線の方向に沿った線の画像情報を有効と判断し、前記隆線の方向に沿わない画像情報をノイズと判断して、そのノイズを除去して改善画像を得るグレースケール画像改善手段と、該改善画像のコントラストを強めて白黒に二値化し二値化処理画像を得る第2の二値化処理手段と、複数の画素幅からなる前記隆線をその画素幅の中心に向かって幅圧縮することにより单一の画素幅にまで細線化した隆線に変換する細線化手段と、同方向の隆線を持つ近接する端点(20)若しくは分岐点に近接する端点(21)、又は画像の枠に近接する端点(22)を、ノイズで前記隆線が欠落して発生した疑似特異点と見なして連結する疑似特異点補正手段と、該疑似特異点補正を施した後の前記隆線の端点及び分岐点を真の特異点と見なして抽出する特異点抽出手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の曲線識別システム。

20

【請求項6】 ある特異点(91)に対応づけられた他の隆線上的点を二次特異点(92)(93)(94)(95)とし、その二次特異点(92)(93)(94)(95)を始点とする隆線の形状(RS1)(RS2)(RS3)(RS4)を特異点隆線形状として指紋の特異点に付加する特異点抽出手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の曲線識別システム。

20

【請求項7】 前記細線化手段と、前記疑似特異点補正手段により縦列接続処理部となし、その縦列接続処理部に原白黒画像を通過させて第1の分類の前記端点のみを抽出する第1回目の端点抽出処理と、その第1の端点抽出処理により抽出した信号を白黒反転させるボジネガ反転手段と、その白黒反転した信号が第2回目に前記縦列接続処理部を通過して得られる第2の分類の前記端点を抽出する第2の端点抽出処理をなすことにより、前記原白黒画像の隆線における端点と分岐点の両方を得られる特異点抽出手段となし、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項5に記載の曲線識別システム。

30

【請求項8】 指紋の疑似特異点と真の特異点を識別する手段として、隆線又は谷線の分岐点(101)に接続する三つのそれぞれの隆線又は谷線について、前記分岐点(101)から等距離に離れた隆線上又は谷線上の点(102)(103)を求め、前記分岐点(101)を原点と見なした時の三つの点(102)(103)(104)の二次元座標(Xa, Ya), (Xb, Yb), (Xc, Yc)を求め、これら三点(102)(103)(104)のうちのいずれかの二点(102)(103)において、二点の座標(Xa, Ya), (Xb, Yb)の水平成分の積(Xa · Xb)と垂直成分の積(Ya · Yb)を足した値(Xa · Xb + Ya · Yb)がある閾値よりも大きい場合、これを真の分岐点であると見なし、閾値よりも大きな値をとるような二点が存在し

40

する手段として、隆線又は谷線の分岐点(101)に接続する三つのそれぞれの隆線又は谷線について、前記分岐点(101)から等距離に離れた隆線上又は谷線上の点(102)(103)を求め、前記分岐点(101)を原点と見なした時の三つの点(102)(103)(104)の二次元座標(Xa, Ya), (Xb, Yb), (Xc, Yc)を求め、これら三点(102)(103)(104)のうちのいずれかの二点(102)(103)において、二点の座標(Xa, Ya), (Xb, Yb)の水平成分の積(Xa · Xb)と垂直成分の積(Ya · Yb)を足した値(Xa · Xb + Ya · Yb)がある閾値よりも大きい場合、これを真の分岐点であると見なし、閾値よりも大きな値をとるような二点が存在し

50

ない場合は疑似分岐点であると見なすことにより、非常に少ない計算量で前記識別する目的を実現可能にする疑似分岐点判別手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 9】 ラスタースキャン方式で入力する指紋画像を撮影するテレビカメラ若しくは同等の指紋画像入力手段と、それらの指紋画像入力手段により、入力された指紋画像を、1 フレームにおいて局所的かつ断片的に前記ブロック画像を読み取る直後に、前記数値群にまで逐一処理する信号処理手段と、複数のフレームでの指紋画像の異なるブロック画像の処理を繰り返して指紋画像全体の数値化処理を行う手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 10】 二つの指紋が同一のものか否かを判別する指紋照合手段において、枠目状に分割された二次元空間に、それぞれの枠目がメモリ番地に対応した書き込み読み出し可能メモリを用意し、二つのそれぞれの指紋から抽出された特徴点を一つずつ任意に選び、これら二つの特徴点の形状の類似度が高い場合には大きい値を出し、類似度が低い場合には小さい値を出す類似度指標値を計算する手段と、この類似度指標値を二つの特徴点を結ぶ二次元ベクトルの水平成分および垂直成分の値を二次元座標とする前記説明の枠目に対応するメモリ番地に格納されている値に足した累積値を再び同じメモリ番地に書き込む一連の操作を繰り返し、最終的にメモリ上に格納されているデータ値のうち最大のものをこれら二つの指紋の総合的な類似度指標値とし、この総合的な類似度指標値がある閾値以上の場合は同一の指紋であると判定し、閾値より小さければ異なる指紋であると判定し、指紋の平行移動に関する位置のずれ補正を必要としないことを指紋照合に応用したことを特徴とする曲線識別システム。

【請求項 11】 平行移動に関する位置ずれ補正を必要としない指紋照合手段を具備した請求項 10 に記載の曲線識別システムにおいて、回転に関する位置ずれの補正について、比較する二つの指紋のうちの一方に含まれるすべての特徴点の座標を基準原点を中心に回転補正し、それらの特徴点形状については、その特徴点の方位角を同じ角度で回転補正し、任意の回転および平行移動のずれにも高精度な照合を可能にしたことを特徴とする曲線識別システム。

【請求項 12】 1 つの指紋画像を 6 乃至 7 フレーム分の所要時間 2.5 分の 6 秒以内で読み取りかつ数値化処理まで完了するアルゴリズムを備えて指紋照合に応用したことを特徴とする請求項 9 に記載の曲線識別システム。

【請求項 13】 前記特異点につながる前記隆線の形状を前記数値群により特定した指紋特徴データとし、その指紋特徴データに対する照合用として予め登録された照

合見本若しくは構築されたデータベースに照合する照合手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 12 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 14】 前記細分化、前記ノイズに対する改善又は補正処理、前記二値化、前記細線化、前記指紋特徴データの収集及び照合の一連のデータ処理を毎秒 1 億命令実行可能なコンピュータが動作し、1 つの指紋画像あたりに必要最小限 40 乃至 60 バイトの前記指紋特徴データを割り当てた前記照合手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 13 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 15】 端末器から入力された前記指紋画像から必要最小限 40 乃至 60 バイトの前記指紋特徴データを抽出する抽出手段と、該指紋特徴データを通信ネットワークに接続して前記データベースに照合した結果を前記端末器に通知する手段を備え、指紋照合に応用したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 14 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 16】 医療又は社会福祉又はサービス業又は行政又は金融機関の本人履歴データ検索、施錠、各種発券、出札、改札、検札、検問、課金、電子商取引、資産管理運用のうちの何れかの機能を有する端末器又は単独の装置に組み合わせて配設し、指紋照合を本人確認手段として使用することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 15 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 17】 ソフトウェアの秘密保護、又は製造委託 L S I の設計データ秘密保護の機能の一部として、秘密保護の対象品自体に埋め込む構造により配設し、指紋照合を本人確認手段として使用することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 16 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【請求項 18】 複数の指の指紋特徴データから論理演算により本人確認の規則を設定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 17 の何れか 1 項に記載の曲線識別システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、犯罪捜査から鍵やカードに代わる施錠装置、切符や定期券に代わる検札、クレジットカードや暗唱番号及び印鑑に代わるキャッシュレス信用取引、電話の声で本人を確認していた株式売買等の資産管理運用にも代わる電子商取引、医療カルテ又は社会福祉又はサービス業又は行政その他の履歴データ例えば戸籍謄本の検索、バッジ及び顔を目視することによる識別に頼っていた専任の守衛業務にまで応用できる本人確認手段としての指紋照合システムに応用できる曲線識別システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の指紋照合システム等で応用されて

いた曲線識別システムでは指紋全体の画像に対して、特徴の現れやすいか否かの場所の区別や、画像内容に応じて情報価値に重み付けすることもなく、指紋画像の全体を均一に、あたかも肉眼で照合するようにデータベース及び照合システムを構成していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、指紋等の曲線には回転、移動及びノイズに擾乱されにくい局所的な特異点及び隆線形状となる特定項目すなわち情報価値の高い部分の画像とそうでない部分の画像があり、照合の際それらを有効に利用する必要があり単純に一律に取り扱う方法も無駄が多かった。そして、照合システムの基礎となるデータベースを構成するためのデータ格納部においては、情報価値の少ない部分の画像データまでも一律に保存してしまえば、メモリ容量を無駄遣いするので照合システムのコストアップ及び照合の速度制限の要因になっていた。

【0004】又、照合する際にも要点のみに絞られていない未加工データのままに的を得ない照合作業を無駄に進行させていたのでは、照合作業の効率も悪く、高い照合率を得ることは困難であった。さらに、指紋照合の場合には隆線形状の画像データを、特異点の位置及び特異点に直接関係させずに照合作業に用いると、本来ならば照合作業に寄与するはずの特異点との関係を示す情報が利用されず、そのために回転、移動及びノイズによる照合劣化が顕著であった。

【0005】本発明はかかる従来の指紋照合等に用いられていた曲線識別システムの欠点を除去し、メモリ容量を無駄遣いせず、照合する際にも要点のみに絞って効率良く、さらに隆線形状の画像データに関しては、特異点との位置関係を示す数値情報のみでなる特徴データを有効利用し、回転、移動及びノイズによる照合精度の劣化を避け、照合過程を高速かつ正確に進行させることにより高い照合率で迅速な結果が得られ、指紋照合等に応用できる曲線識別システムを安価に提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、曲線を表すデータ形式として、特異点(30)に始まる曲線(40)の延長方向を単位長さの弦(41)(42)(43)(44)でたどって順次1単位長さづつ測定点(31)(32)(33)(34)を付しながら前記曲線(40)の末端まで進行し、前記特異点(30)及び前記各測定点から2単位先の測定点までの弦(51)(52)(53)の長さを順次計測する計測手段と、その計測データの数値群によって曲線形状の記憶、再生、又は照合をするようにした。

【0007】このようにしたことにより、湾曲の方向が反転しない曲線であれば、3つの弦(51)(52)(53)の中の二つの弦がな

(53)の長さと前記単位長さの数値情報のみから、1つの特異点(30)及び4つの測定点(31)(32)

(33)(34)の位置関係を復元できる。そして、重複する測定点を考慮しながら、この操作を繰り返すことにより、元の曲線上の測定点をつなげることにより、湾曲の方向が反転しない曲線であれば、完全に元の曲線を復元又は特定できる。しかも、このような曲線形状の表し方は、同じ曲線を移動又は回転させても、3つの弦(51)(52)(53)の長さ、1つの特異点(30)及び4

10 つの測定点(31)(32)(33)(34)の位置関係は不变である。

【0008】そして、この方法ならば、少ないメモリ容量で曲線を表すことができる。従って、湾曲の方向が反転しない曲線であれば、曲線の長さと形状を計測データの数値群のみによって正確に記憶、再生、又は照合することができる。しかも、試料を移動又は回転させても支障なく曲線の識別ができる。即ち、この曲線を表すデータ形式は、移動や回転に強い曲線形状の表し方である。

【0009】一般に、数値群のみの比較であれば、人よりも機械の方が断然有利である。これらのこととは、人はできても機械には比較的困難とされていた、「ものの形状パターン認識」を略完全に機械に置き換えて、なお余りあるほどの膨大なデータベースを高速かつ正確に処理できる効果をもたらす。

【0010】又、請求項2に係る発明は、巨視的には緻密であり微視的には所定の間隔を持って規則的に配列された複数の画素からなる画像を前記数値群に変換する画像処理アルゴリズムにおいて、前記測定点が前記間隔の位置に存在する場合に、前記曲線上のある基準点(100)

30 から規定の直線距離(99)にある前記曲線上の測定点(12)の座標を算出する手段として、前記基準点(100)から規定の直線距離(99)より近くにある第一の画素位置(10)と前記基準点(100)から規定の直線距離(99)より遠くにある第二の画素位置(11)と前記基準点(100)とを結ぶ三角形を想定し、前記基準点(100)と第一の画素位置(10)を結ぶ第一辺と、前記基準点(100)と第二の画素位置(11)を結ぶ第二辺の長さ及び前記規定の直線距離(99)との比率により、第一の画素位置(10)と第二の画素位置(11)を結ぶ第三辺を比例配分することによって前記座標を特定すべく近似計算する測定点算出アルゴリズムを備えた。

【0011】このことにより、有限の分解能でしかありえない撮像面等、即ち拡大して見れば隙間だらけに配列された視覚機能を有する複数の画素の隙間部分に存在して見落とされる点をも、計算上は厳密に推定できるので、理論的には無限の分解能を追求できる。

【0012】又、請求項3に係る発明は、曲線(40)を表すデータ形式として、前記曲線(400)の弦(501)(502)(503)(504)の中の二つの弦がな

す角度などの曲線の湾曲の方向を示す方位角(408)又は曲率度(409)(410)(411)と弦(501)(502)(503)(504)の長さを組み合わせた前記数値群によって前記曲線(400)の形状及び方向まで特定して記憶、再生、又は照合をするようにした。

【0013】このようにしたことにより、S字状に湾曲の方向が反転する曲線であっても、その曲線の湾曲方向まで特定しながら形状を識別し、数値から曲線への再現も完全に可能となり、さらに認識画面上で回転した曲線をも、方向を示す数値以外の数値が一致していれば、似た形状の曲線でありながらも、それらの違いを、識別することが可能となる。逆説的には、単に回転したに過ぎないであろう一見して類似形状の曲線を照合すれば、同一の曲線形状であることを断定できる。

【0014】又、請求項4に係る発明は、曲線(400)を表すデータ形式として、特定の弦(501)のどちらか片端にある特定の軌跡点(402)(403)

(404)(405)の位置を位置データに数値化する位置測定手段と、その位置データを含めた前記数値群によって前記曲線(400)の形状、方向及び位置まで特定して記憶、再生、又は照合をする。このようにしたことにより、認識画面上で曲線が移動した位置を示す数値の違いによってそのことを識別することが可能となる。逆説的には、単に移動したに過ぎないであろう一見して類似形状の曲線を照合すれば、同一の曲線形状であることを断定できる。

【0015】又、請求項5に係る発明は、複数に分割されたブロック画像に細分化するブロック細分化手段と、該ブロック画像のコントラストを強めて白黒に二値化して二値化処理画像を得る第1の二値化処理手段と、該二値化処理画像から前記指紋の凸条模様即ち隆線の方向を検出する隆線方向検出手段と、前記隆線の方向に沿った線の画像情報を有効と判断し、前記隆線の方向に沿わない画像情報をノイズと判断し、そのノイズを除去して改善画像を得るグレースケール画像改善手段と、該改善画像のコントラストを強めて白黒に二値化し二値化処理画像を得る第2の二値化処理手段と、複数の画素幅からなる前記隆線をその画素幅の中心に向かって幅圧縮することにより单一の画素幅にまで細線化した隆線に変換する細線化手段と、同方向の隆線を持つ近接する端点(20)若しくは分岐点に近接する端点(21)、又は画像の枠に近接する端点(22)を、ノイズで前記隆線が欠落して発生した疑似特異点と見なして連結する疑似特異点補正手段と、該疑似特異点補正を施した後の前記隆線の端点及び分岐点を真の特異点と見なして抽出する特異点抽出手段を備え、指紋照合に応用した。このようにしたことにより、ノイズを含む指紋の入力画像に対して、高い照合率で指紋照合ができる。

【0016】又、請求項6に係る発明は、個人の指紋の中には隆線の端点や分岐点といった特異点が非常に少な

いものがあり、真の特異点のみを用いた指紋照合手段では適用範囲に限界があったところを、前記真の特異点に基づいて、新たに抽出した特異点を始点とする隆線形状を指紋の特徴点とする手段である。そこで、ある特徴点(91)に対応づけられた他の隆線上の点を二次特徴点(93)(94)(95)とし、その二次特徴点(93)(94)(95)を始点とする隆線の形状(RS2)(RS3)(RS4)を特異点隆線形状として指紋の特徴点に付加する特異点抽出手段を備え、指紋照合に応用した。したがって、始点を真の特異点から特定できる二次的な特異点を設定して、その点を始点とする隆線形状を指紋情報に付加することによって、適用範囲を大幅に拡大することを可能にしている。具体的には、特異点隆線形状だけでは登録できなかった指紋も、ほぼ100%登録し、照合できるようになった。

【0017】又、請求項7に係る発明は、前記細線化手段と、前記疑似特異点補正手段により縦列接続処理部となし、その縦列接続処理部に原白黒画像を通過させて第1の分類の前記端点のみを抽出する第1回目の端点抽出処理と、その第1の端点抽出処理により抽出した信号を白黒反転させるボジネガ反転手段と、その白黒反転した信号が第2回目に前記縦列接続処理部を通過して得られる第2の分類の前記端点を抽出する第2の端点抽出処理をなすことにより、前記原白黒画像の隆線における端点と分岐点の両方を得られる特異点抽出手段となし、指紋照合に応用した。

【0018】このようにしたことにより、二股に分岐する前記隆線を白黒反転処理に伴って、画像構成を究極まで簡素化し、分岐も交差もしない単純曲線の集合だけである画像構成とし、その簡素化された画像構成で指紋照合するので、膨大な試料数の機械照合に最適となり、従来よりも少ないメモリ量を始めとする簡素な設備により、高速かつ正確な指紋照合が可能となる。

【0019】又、請求項8に係る発明は、指紋を捉えた画像では、様々な要因で発生するノイズによって、隆線又は谷線が分断され、疑似特徴点が発生することが多く、この疑似特徴点を真の特徴点から識別する効率的な手段を提供することを目的とする。

【0020】そこで、指紋の疑似特徴点と真の特徴点を識別する手段として、隆線又は谷線の分岐点(101)に接続する三つのそれぞれの隆線又は谷線について、前記分岐点(101)から等距離に離れた隆線上又は谷線上の点(102)(103)を求め、前記分岐点(101)を原点と見なした時の三つの点(102)(103)(104)の二次元座標(Xa, Ya), (Xb, Yb), (Xc, Yc)を求め、これら三点(102)(103)(104)のうちのいずれかの二点(102)(103)において、二点の座標(Xa, Ya), (Xb, Yb)の水平成分の積(Xa · Xb)と垂直成分の積(Ya · Yb)を足した値(Xa · Xb + Ya · Yb)がある閾値よりも大きい場合、これを真の分岐

点であると見なし、閾値よりも大きな値をとるような二点が存在しない場合は疑似分岐点であると見なすことにより、非常に少ない計算量で前記識別する目的を実現可能にする疑似分岐点判別手段を備え、指紋照合に応用した。このようにしたことにより、ノイズによって発生する疑似特徴点を少ない計算量と高い精度で真の特異点から区別することが可能になった。

【0021】又、請求項9に係る発明は、ラスタースキャン方式で入力する指紋画像を撮影するテレビカメラ若しくは同等の指紋画像入力手段と、それらの指紋画像入力手段により、入力された指紋画像を、1フレームにおいて局所的かつ断片的に前記ブロック画像を読み取る直後に、前記数値群にまで逐一処理する信号処理手段と、複数のフレームでの指紋画像の異なるブロック画像の処理を繰り返して指紋画像全体の数値化処理を行う手段を備え、指紋照合に応用した。

【0022】このようにしたことにより、メモリ容量を浪費していた指紋画像全体の生画像データ、即ち情報量削減処理のなされる以前の画像情報をためること無く、少ないメモリ容量でシステム構成できる。

【0023】要するに一枚の指紋画像の情報量は多すぎて、メモリ容量を浪費するので、指紋照合の目的に沿つて、画像構成を究極まで簡素化し、数値化する処理を、指紋のブロック画像の各ブロック部分ごとに逐一に実行すれば、無駄な情報を蓄えるメモリ容量も不要である。

【0024】そして、前記逐一処理に要する時間分だけ、前記ラスタースキャンが進行しても、処理している間は指紋画像を読み飛ばせば済む。そして、指紋照合に必要なブロック画像のブロック部分は次のフレームでのラスタースキャンの機会を待って読み取ることにより、指紋の全体像が得られる。

【0025】尚、本システムにおいては、必ずしも指紋の全体像が得られなくとも、指紋照合できる。又、それだからこそ、前記局所的かつ断片的に前記ブロック画像を読み取るこの方式が有効なのである。

【0026】又、請求項10に係る発明は、二つの指紋が同一のものか否かを判別する指紋照合手段において、それぞれの指紋の各特徴点の類似度指標値を計算して総合的な指紋の類似度指標を得る手段があり、指紋の回転をも伴う位置ずれを補正するために膨大な計算量が必要となっていたが、その計算量を軽減させることを目的としている。すなわち、この位置ずれの補正のうち、平行移動のずれ補正の必要性を排除し、極めて高速な指紋照合を実現可能とする手段を提供することを目的である。

【0027】そこで、二つの指紋が同一のものか否かを判別する指紋照合手段において、枠目状に分割された二次元空間に、それぞれの枠目がメモリ番地に対応した書き込み読み出し可能メモリを用意し、二つのそれぞれの指紋から抽出された特徴点を一つずつ任意に選び、これら二つの特徴点の形状の類似度が高い場合には大きい値

を出し、類似度が低い場合には小さい値を出す類似度指標値を計算する手段と、この類似度指標値を二つの特徴点を結ぶ二次元ベクトルの水平成分および垂直成分の値を二次元座標とする前記説明の枠目に対応するメモリ番地に格納されている値に足した累積値を再び同じメモリ番地に書き込む一連の操作を繰り返し、最終的にメモリ上に格納されているデータ値のうち最大のものをこれら二つの指紋の総合的な類似度指標値とし、この総合的な類似度指標値がある閾値以上の場合は同一の指紋であると判定し、閾値より小さければ異なる指紋であると判定し、指紋の平行移動に関する位置のずれ補正を必要としないことを指紋照合に応用した。

【0028】又、請求項11に係る発明は、請求項10と同様の目的であり、前記位置ずれの補正のうち、回転のずれ補正の必要性を排除し、極めて高速な指紋照合を実現可能とする手段を提供することを目的とする。

【0029】そこで、平行移動に関する位置ずれ補正を必要としない指紋照合手段を具備した請求項10に記載の曲線識別システムにおいて、回転に関する位置ずれの補正について、比較する二つの指紋のうちの一方に含まれるすべての特徴点の座標を基準原点を中心に回転補正し、それらの特徴点形状については、その特徴点の方位角を同じ角度で回転補正し、任意の回転および平行移動のずれにも高精度な照合を可能にした

【0030】又、請求項12に係る発明は、1つの指紋画像を6乃至7フレーム分の所要時間25分の6秒以内で読み取りかつ数値化処理まで完了するアルゴリズムを備えて指紋照合に応用した。このようにしたことにより、実用性を維持しながら設備の簡素化を実現できた。

【0031】何故ならば、例えば毎秒25フレーム又は30フレームを継続して撮像するテレビ撮影のうちの6フレームで指紋の全体像が得られるとすれば、1つの指紋画像を25分の6秒又は30分の6秒の所要時間で読み取りかつ数値化処理まで完了する。このことは、意外に情報量の多いデジタルカメラ等の写真撮影データで指紋画像一枚分保持して処理するよりも、システム全体の簡素化及びコストダウンを図れることを意味する。

【0032】又、請求項13に係る発明は、前記特異点につながる前記隆線の形状を前記数値群により特定した指紋特徴データとし、その指紋特徴データに対する照合用として予め登録された照合見本若しくは構築されたデータベースに照合する照合手段を備え、指紋照合に応用したので、少ないメモリ容量で照合速度及び照合率を高めることができ、実用レベルとしては従来のものよりも格段に高速かつ正確な照合ができる。

【0033】又、請求項14に係る発明は、前記細分化、前記ノイズに対する改善又は補正処理、前記二値化、前記細線化、前記指紋特徴データの収集及び照合の一連のデータ処理を毎秒1億命令実行可能なコンピュータが動作し、1つの指紋画像あたりに必要最小限40乃

至60バイトの前記指紋特徴データを割り当てた前記照合手段を備え、指紋照合に応用したので、さらに大幅なメモリ領域の削減と高速での照合ができる。

【0034】又、請求項15に係る発明は、端末器から入力された前記指紋画像から必要最小限40乃至60バイトの前記指紋特徴データを抽出する抽出手段と、該指紋特徴データを通信ネットワークに接続して前記データベースに照合した結果を前記端末器に通知する手段を備え、指紋照合に応用したので遠隔地での利用もできる。

【0035】又、請求項16に係る発明は、医療又は社会福祉又はサービス業又は行政又は金融機関の本人履歴データ検索、施錠、各種券券、出札、改札、検札、検問、課金、電子商取引、資産管理運用のうちの何れかの機能を有する端末器又は単独の装置に組み合わせて配設し、指紋照合を本人確認手段として使用するようにしたので、従来はカード、鍵、切符、定期券、署名、印鑑、バッジ、顔及び本人の声で判別していた本人確認を瞬時の指紋照合だけで済ませられる。

【0036】又、請求項17に係る発明は、ソフトウェアの秘密保護、又は製造委託LSIの設計データ秘密保護の機能の一部として、秘密保護の対象品自体に埋め込む構造により配設し、指紋照合を本人確認手段として使用するようにしたので、秘密保護管理のコスト削減になる。

【0037】又、請求項18に係る発明は、複数の指の指紋特徴データを複数の指の指紋特徴データの論理演算により本人確認の規則を設定した。このようにしたことにより、家族限定等と適宜複数の人を権利者の許容範囲として自在に設定できる。例えば自動車事故損害賠償責任保険における家族限定等の特約事項に適合する自動車運転施錠装置に利用できる。又、1人で20指有るので、その級数計算である組み合わせは暗唱番号よりもバラエティーに富み、しかも保護対象への保護効果は絶大に強化される。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、図面に沿って、本発明による実施の一形態について説明する。図1は本発明の実施の一形態を示す、特徴弦の数値化の説明図である。図1において、特異点30から滑らかな曲線である隆線40が伸びている。ここでは湾曲方向がS字状に反転しない弧を想定している。その隆線40の延長方向を単位長さの弦41, 42, 43, 44でたどって順次1単位長さづつサンプリング点(以下、「測定点」とも称す)31, 32, 33, 34を付しながら前記隆線40の末端まで進行する。これは地図における曲線区間の道のりをデバイダで測定する要領である。そして、前記特徴弦の定義に基づき、特異点30から2点先のサンプリング点32まで連続する3点即ち30と31と32を直線で結んだ二等辺三角形の底辺51の長さを特徴弦として抽出する。

【0039】前記二等辺三角形にとらわれない説明によれば、特異点30から31, 32, 33と順次1単位づつ測定点を進めながら、それらの測定点からそれぞれ2単位先の測定点33, 34, 35までのそれぞれの弦の長さを計測する計測手段、即ち特異点30から第2の測定点32までの弦の長さ51、第1の測定点31から第3の測定点33までの弦の長さ52、第2の測定点32から第4の測定点34までの弦の長さ53を順次計測する。これらの計測結果51, 52, 53でなる数値群データをもって隆線40の曲線形状を示す情報とし、その単純な数値群データを指紋特徴データとする。その指紋特徴データを、予め構築されたデータベースの内容と比較することにより指紋を照合するようにし、少ないメモリ容量で照合速度及び照合率を高めるようしている。

【0040】次に図2は識別すべき曲線40が移動し回転した図である。ここで、曲線40が前記数値化して認識されていれば、その曲線40が移動したり、反転したりしても弦51, 52, 53の長さは変わらない。従って、これらの弦51, 52, 53の長さでなる数値データにより曲線40の形状を認識、保存、再現及び識別でき、たとえ鏡に映したようにさかさまになっていても、数値データが一致すれば照合可能である。

【0041】次に図3は画素の隙間部分に存在する測定点の座標値を近似計算する原理の説明図である。デジタルカメラやビデオムービー等の撮像素子の撮像面においては、人の肉眼の網膜のように光に反応する微小な区画である画素が緻密に所定の数と面積を占めて並べられている。しかし、前記画素は巨視的には緻密であっても、微視的には所定の間隔を持って規則的かつ有限に配列されている。

【0042】ところで、コンピュータ等で処理するデジタル画像の場合、図3に示すように画面のデータは碁盤目状に配置された画素の上の点だけのデータで表される。これらの画素の中で模様が付けられた画素は曲線を表す画素であるとする。従って、ある画素100から例えば長さ4画素分の曲線上にあると推定される点12が実際の画素点であるとは限らない。そこで、4画素分の長さに近い曲線上の2つの画素の位置10, 11に関する情報から、4画素分の長さの距離が離れた曲線上の測定点12を計算することが必要となる。例えば、単純な比例配分に基づく直線近似によって当該の測定点の位置を計算することができる。このように画素の位置10, 11とは異なる測定点12から、図1に示す弦51, 52, 53の長さを求めることができる。

【0043】ここでは、前記測定点12が前記間隔の位置に存在する場合に、曲線40上のある基準点100から規定の直線距離99にある曲線40上の測定点12の座標を算出する手段として測定点算出アルゴリズムを備えている。そして、有限の分解能でしかありえない撮像面等、即ち拡大して見れば隙間だらけに配列された視覚

機能を有する複数の画素の隙間部分に存在して見落とされる点をも、計算上は厳密に推定できれば、理論的には無限の分解能を追求できる。

【0044】ここで、基準点100から直線距離99より近くにある第一の画素位置10と基準点100から直線距離99より遠くにある第二の画素位置11と基準点100とを結ぶ三角形を想定する。そして、基準点100と第一の画素位置を結ぶ線分を第一辺、基準点100と第二の画素位置11を結ぶ線分を第二辺、第一の画素位置10と第二の画素位置11を結ぶ線分を第三辺と夫々称し、その第一辺と第二辺の長さ及び直線距離99との比率により、前記第三辺を比例配分することによって前記座標を特定すべく近似計算する。この近似計算の精度いかんにより、格段に曲線識別能力が向上する。

【0045】図4は特徴点の方位角と曲率を用いた曲線形状システムの説明図である。図4に示す隆線400が分岐している分岐点401において、分岐の反対方向に伸びる隆線400を考える。まず分岐点401自身を第一の軌跡点とし、この第一の軌跡点からある距離Dだけ離れた隆線400上の点を第二の軌跡点402とする。さらに、第二の軌跡点402から同じく、距離Dだけ離れた隆線400上の点を第三の軌跡点403とする。同様の操作で第四の軌跡点404、第五の軌跡点405を求める。ここでの軌跡点401～405は、隆線400が途中で途切れるまでは、任意に増やすことができる。次に、これらの軌跡点401～405を順々に直線分、即ち弦501～504で結ぶことによって、隆線400の曲線形状と同じ長さDを持つ直線分、即ち弦501～504が連結したもので近似する。

【0046】この直線分、即ち弦501～504で近似された隆線400の曲線形状を、効率良く表現する方法は、まず分岐点401と第二の軌跡点402を結ぶ直線分が基準座標軸407となす角度(以後、これを特徴点の「方位角」と呼ぶ)を計算し、次に分岐点401と第二の軌跡点402を結ぶ直線と、第二の軌跡点402と第三の軌跡点403を結ぶ直線とがなす角度409を計算し(以後、これを特徴点の「第一の曲率度」と呼ぶ)、さらに、第二の軌跡点402と第三の軌跡点403を結ぶ直線と、第三の軌跡点403と第四の軌跡点404を結ぶ直線とがなす角度、即ち第二の曲率度410、以下同様に、隣接する二つの直線分とがなす角度を順次求め。ここで、隆線の曲線形状を表現するために必要な情報は、特徴点の方位角408と、隣接する複数の直線分、即ち弦501, 502, 503, 504のなす角度である第一、第二及び第三の曲率度409, 410, 411だけである。

【0047】これら特徴点、即ち分岐点401及び軌跡点402～405の方位角408と曲率度409～411という情報を、特徴点を含む隆線に関する曲線形状の表現方法とし、この表現をもとに指紋照合を行うことに

よって、異なる指紋の識別能力が格段に向上去ることが期待できる。なお、この曲線形状の表現方法は、図4で示す隆線が分岐している特徴点の他に、隆線が断続している端点(図7参照)からなる特徴点にも同じく適用できる。

【0048】図5は細線化とボジネガ反転による真の特異点抽出アルゴリズムである。細線化処理(ステップS7)と、疑似特異点補正(ステップS8)により縦列接続処理部となし、その縦列接続処理部に原白黒画像を通過させる。又、前記原白黒画像のうち黒色面オブジェクト(一括りの輪郭線囲い)の長手方向の枠線のみを生かして、幅を1画素分にすることにより、面を線に変換するアルゴリズムが細線化処理(ステップS7)として示されており、前記黒色面オブジェクトを線分だけにまで簡素化する。尚、具体的な細線化処理(ステップS7)の様子は図8に沿って後述する。

【0049】そして、第1の分類の前記端点のみを抽出する1回目の端点抽出処理と、その第1の端点抽出処理により抽出した信号を白黒反転させるボジネガ反転(ステップS7.0)と、その白黒反転した信号が都合2回だけ、前記縦列接続処理部を通過したことを、処理回数確認(ステップS7.2)により確認され、そして得られる第2の分類の前記端点を抽出する第2の端点抽出処理をなすことにより、前記原白黒画像の隆線における端点と分岐点の両方を得られる特異点抽出手段となし、指紋照合に応用できるようにしている。このことは、後ほど図8により詳しく説明する。

【0050】このようにしたことにより、二股に分岐する前記隆線を白黒反転処理に伴って、画像構成を究極まで簡素化し、分岐も交差もしない単純曲線の集合だけとなる画像構成とし、その簡素化された画像構成で指紋照合するので、膨大な試料数の機械照合に最適となり、従来よりも少ないメモリ量を初めとする簡素な設備により、高速かつ正確な指紋照合が可能となる。

【0051】図6はグレースケール画像改善手段まで含めた真の特異点抽出アルゴリズムである。ブロック細分化手段により複数に分割され細分化されたブロック画像のコントラストを強めて白黒に二値化して二値化処理画像を得る第1の二値化処理(ステップS3)を行い、その二値化処理画像から前記指紋の凸条模様即ち隆線の方向を検出する隆線方向検出(ステップS4)を行う。

【0052】そして、隆線方向検出(ステップS4)により、隆線の方向を求め、ノイズ成分を除去する際の補助情報として利用する。即ち、前記隆線の方向に沿った線の画像情報を有効と判断し、前記隆線の方向に沿わない画像情報をノイズと判断し、そのノイズを除去して改善画像を得るグレースケール画像改善(ステップS5)に至る。尚、二値化は曖昧な中間値でなるアナログ電気信号をデジタル化する常套手段であるが、ここでは、8ビット等の複数ビットで表されたデジタル電気信号

を 1 ビットのデジタル電気信号に変換する手段であり、ある基準値との間の大小比較操作による。

【0053】ここで、図 7 は疑似特異点の説明図であり、

(a) 同じ方向の隆線を持って近接する端点 (20) の説明図である。

(b) 分岐点に近接する端点 (21) の説明図である。

(c) 画像の枠に近接する端点 (22) の説明図である。

前記指紋データからノイズ成分を補正する疑似特異点補正 (ステップ S 8) を経て真の特異点抽出 (ステップ S 9) に至る。この疑似特異点補正 (ステップ S 8) の具体的手段はポストプロセッシングであり、図 7 に沿って説明する。図 7 (a) (b) (c) はノイズ成分等により間違って捕らえられ、特異点でないにもかかわらず特異点だと誤認されてしまった 3 種類の疑似特異点の説明図であり、画像の枠若しくは分岐点に近接する端点、又は同方向の隆線を持って近接する端点を、ノイズで隆線が欠落して発生した疑似特異点と見なして連結する補正規則が前記ポストプロセッシングとして疑似特異点補正 (ステップ S 8) に適用されている。

【0054】そして再度、図 6 に説明を戻し、前記改善画像のコントラストを強めて白黒に二値化し二値化処理画像を得る第 2 の二値化処理 (ステップ S 6) を行い、その二値化処理画像において、複数の画素幅からなる前記隆線、即ちある幅を持った隆線をその画素幅の中心に向かって幅圧縮することにより、单一の画素幅にまで細線化した隆線に変換する細線化処理 (ステップ S 7) を施す。細線化処理 (ステップ S 7) は、複雑な形状の画像をより単純化し、数値化及び機械計算処理に適合させて、照合作業を簡素にする作用がある。

【0055】次に、同方向の隆線を持つ近接する端点 20 若しくは分岐点に近接する端点 21、又は画像の枠に近接する端点 22 を、ノイズで前記隆線が欠落して発生した疑似特異点と見なして連結する疑似特異点補正 (ステップ S 8) をおこなう。以上、図 6 において、入力画像に対する一連の画像処理により、疑似特異点補正まで施した後の前記隆線の端点及び分岐点を、真の特異点と見なして抽出する (ステップ S 9) 特異点抽出手段を備え、指紋照合に応用した。このようにしたことにより、ノイズを含む指紋の入力画像に対しても、高い照合率で指紋照合ができる。

【0056】そして、図 8 は白黒反転と細線化による特異点抽出法の説明図であり、(a) は処理前の白黒ブロック画像の説明図、(b) は中途処理の抽出特異点の説明図、(c) は白黒反転ブロック画像の説明図、(d) は最終処理後の抽出特異点の説明図である。既に図 5 に沿って説明した細線化処理 (ステップ S 7) とポジネガ反転 (ステップ S 10) による真の特異点抽出アルゴリズムであるが、細線化処理 (ステップ S 7) により図 8

における (a) から (b) の画像処理となり、これだけでも処理前に比べれば格段に情報量を低減しているものの、二股分岐点の数値化には負担が残る。図 8 (b) では同 (a) に対して相当に情報量の軽減しているものの、分岐点を有するので、それが指紋照合の際に一意判断出来ないというネックになる。

【0057】そこで、前記二股分岐点を無くすように、ポジネガ反転 (ステップ S 10) により図 8 における (a) から (c) の画像処理を施し、さらに細線化処理

(ステップ S 7) により図 8 における (c) から (d) の画像処理となり、前記二股分岐点は有限曲線の一端、即ち特異点で表される。しかも、これらの処理を 2 回繰り返すことにより徹底している。このようにして、分岐点の無い有限曲線及び最終処理後の特異点を抽出すれば、分岐点を無くすことにより、さらに情報量を低減し、数値化も容易であり、その数値化情報の情報量は画像処理前に比べて絶対的に少なくてすむ。そして、指紋照合が一意的な判断事項に帰着し、人為的又は多項目に亘る判断が不要となるので、機械処理に適するようになり、処理が高速化し、かつメモリ容量も少なくて済み、データベースの構築及びその維持も負担が軽くなる。

【0058】図 9 は二次的な特徴点を用いた曲線識別システムの説明図である。図 9 に示すように、ある特徴点 91 に着目した時、その特徴点 91 に接続している隆線方向軸 Y 1 と、その垂直な軸 X 1 の座標軸上にあり、特徴点 91 から等距離の 4 点 92, 93, 94, 95 を二次的な特徴点と見なし、これら二次特徴点の最近傍の隆線の形状 R S 1, R S 2, R S 3, R S 4 を、図 4 に沿って前記した曲線形状の表現方法を用いて抽出する。これら四つの二次特徴点隆線形状 R S 1, R S 2, R S 3, R S 4 は、もとの特徴点 91 から見た指紋全体の模様を断片的に捉えたものであり、この付加的情報を指紋照合に用いることにより、その照合精度を格段に向上させることができると期待できる。したがって、始点を真の特異点から特定できる二次的な特異点を設定して、その点を始点とする隆線形状を指紋情報に付加することによって、適用範囲を大幅に拡大することを可能にしている。具体的には、特異点隆線形状だけでは登録できなかった指紋も、ほぼ 100% 登録し、照合できるようになった。

【0059】図 10 は内積を利用した擬似特異点の除去の判定に関する説明図である。図 10 に示すように、真の隆線の分岐点は、その分岐点を中心として、一つの狭い角度で囲まれた領域 A 101 と二つの広い角度で囲まれた領域 A 102, A 103 に分割されているような形状を持つものがほとんどである。また、真の隆線の端点は、図 8 に示すように、谷線の分岐点と見ることができ、その場合、前記の隆線の分岐点と同様に、一つの狭い角度で囲まれた領域 A 101 と二つの広い角度で囲まれた領域 A 102, A 103 に分割されているような形状を持つ性質がある。これらの性質を利用し、このよう

50

な隆線又は谷線の分岐点が分割している領域を、少ない計算量で判別するために、図10に示すように、分岐点101から等距離に離れた隆線上又は谷線上の点102, 103, 104を求め、分岐点を原点と見なした時の三つの点の二次元座標(Xa, Ya), (Xb, Yb), (Xc, Yc)を求める。

【0060】それから、点102と点103の対において、座標の水平成分の積(Xa・Xb)と垂直成分の積(Ya・Yb)を足した値(Xa・Xb + Ya・Yb)を求める(以後、この操作によって求まる値を「二点の内積値」と呼ぶ)。この二点の内積値は、分岐点101と点102を結んだ直線と分岐点101と点103を結んだ直線とがなす角度の余弦に比例するため、その値が大きければ、これら二つの直線分は狭い角度をなし、逆にその値が小さければ広い角度を持つことになる。同様に、点103と点104における内積値と、点104と点102における内積値についても同様の操作で求める。これら三つの内積値のうち、ある閾値よりも大きいものがちょうど一つある場合は、この分岐点が前記で説明した一つの狭い角度で囲まれた領域と二つの広い角度で囲まれた領域に分割していることを示し、真の分岐点であると判断し、これ以外の場合は、この分岐点は疑似分岐点であると判断する。

【0061】ある二つの指紋画像について、例えこれらの指紋が同一の指のものであっても、指を置く位置や角度によって、特徴点の位置や方向が変わってくるが、指紋照合を行う際には、この位置と方向のずれを特定した上で、適切な位置ずれ補正を施した後に、特徴点の比較を行う必要があった。このように、位置と方向のずれを特定し、適切な位置ずれ補正を施すためには、従来、膨大な計算量が必要であるとされ、そのために許容できる位置のずれや角度のずれには大きな制限が加わっていた。

【0062】以下に、平行移動のずれに関して、その位置ずれ補正を必要としない指紋照合の方法について説明する。まず、図11に示すように、ある大きさの長方形の広がりを持つ二次元空間を枠目状に分割し、それぞれの枠目がメモリ番地に対応した二次元構造のメモリ空間を持つ書き込み読み出し可能メモリを用意する。図11では、M個の行とN個の列からなる二次元配列構造のメモリ空間を示している。指紋照合処理の開始時には、このメモリの各メモリ番地には、予め決められた初期値(例えば零値)を格納しておく。

【0063】次に、二つの指紋からそれぞれ一つずつ選んだ特徴点の対について、それらの形状がどれだけ類似しているかという、類似度指標値を評価する。この類似度指標値を計算する評価関数は、特徴点における隆線方向やその曲線形状の類似度をもとに、類似度が高い場合には大きい値(例えば259)を、類似度が低い場合には小さい値(例えば1)を出力する性質をもつ関数を使う。

【0064】それから、前記の二つの特徴点について、一方の指紋に属している特徴点の二次元座標値(Xa, Ya)から他方の指紋に属している特徴点の二次元座標値(Xb, Yb)までを結ぶ二次元ベクトル(Xb - Xa, Yb - Ya)を求める。これは、前者の指紋が水平方向に(Xb - Xa)、垂直方向に(Yb - Ya)だけ平行移動した時に、ちょうどこれら二つの特徴点が同じ二次元座標上に位置することを意味する。もし、これら二つの特徴点の間の類似度指標値が高い値を持つ場合、実際の指紋の平行移動のずれが、前記二次元ベクトル(Xb - Xa, Yb - Ya)である可能性が高いことを示し、逆に類似度指標値が低い場合は、実際の指紋の平行移動のずれが(Xb - Xa, Yb - Ya)である可能性が低いことを示す。

【0065】次に、前記の二次元ベクトル(Xb - Xa, Yb - Ya)を二次元座標値と見なした時、この座標値が図11に示した二次元空間上のどの枠目に含まれるかを調べ、これを含む枠目に対応したメモリ番地に格納されている値をメモリから読み出し、その値に二つの特徴点の間の類似度指標値を加算した累積値を、再び同じメモリ番地に書き込む。

【0066】図11は平行移動に関するずれ補正を必要としない照合方法における、類似度指標値の累積値の格納メモリ領域の説明図である。前記説明で、特徴点対の類似度指標値の計算、二つの特徴点間の二次元ベクトルの計算、二次元ベクトルを二次元座標値と見なした時にその座標値が含まれる図11の枠目を特定し、その枠目に応するメモリ番地に格納されている値1～259(符号ではない)に類似度指標値を加算した累積値を同じメモリ番地に書き込む、という一連の操作を、二つの指紋からそれぞれ一つずつ選ばれる特徴点の対の、一部あるいはすべての組合せについて繰り返す。その後、各メモリ番地に格納されている類似度指標値の累積値のうち最大のもの(例えば259)を、これら二つの指紋の総合的な類似度指標値とする。この総合的な類似度指標値がある閾値よりも大きい場合は、同一の指紋であると判定する。この方法により、任意の平行移動に関するずれ補正が同時に処理されるため、極めて計算量の少ない指紋照合が実現できる。

【0067】これまででは、平行移動に関するずれ補正の必要としない指紋照合の方法を説明したが、ここでは、回転に関するずれ補正を行うことによって、任意の回転および平行移動のずれにも高精度な照合を可能にする方法について説明する。ある回転角に関するずれ補正是、照合する二つの指紋のうち一方の特徴点すべてに対してその角度の回転補正を施す。特徴点データは、前記の説明の通り、特徴点の二次元座標値とその特徴点形状情報からなるが、特徴点の二次元座標値については、基準原点を中心として、回転変換による補正を施し、特徴点形状情報については、特徴点方位角に対して同じ角度を補正する。なお、特徴点形状の曲率を表現する情報に関し

ては、回転移動についても不变であるため、補正を必要としない。このようにして、前記の回転補正を一方の指紋の特徴点すべてに施した後、前記説明の平行移動に関する位置ずれ補正の必要のない指紋照合によって照合を行う。

【0068】図12はラスタースキャン及び全画面の数値化による認識処理の特異点抽出アルゴリズムである。テレビカメラ映像入力(ステップS1)は周知のラスタースキャンのテレビ方式によるものなので、1フレームの画面を所定の時間、例えば25分の1秒もしくは30分の1秒で走査し、各画素及び各ブロックデータを所定の順番によって認識し、1フレームの全画像情報を溜めることなく、局所的に部分ブロックデータを保存(ステップS92)する。以降、図5及び図6で示した、特異点抽出処理(ステップS93)を限られた短時間で行う。

【0069】ただし、特異点抽出処理(ステップS93)には毎秒一億命令実行可能なコンピュータが動作し、1つの指紋画像あたり50バイト前後の前記指紋特徴データを割り当てたとして、一枚の指紋画像を特異点抽出処理(ステップS93)及び特異点データ保存(ステップS94)を局所的ごとに順次実行し終わるのに約5分の1秒程度を要する。尚、前記約5分の1秒程度とは実際には0.24秒であるが説明の便宜上、分数表示しております、25分の6フレーム又は30分の6乃至7フレームをスキャンするのに要する時間である。従って、5又は6乃至7フレームのラスタースキャンすれば、前記約5分の1秒に相当するので、前記一枚の指紋画像全体に亘って特異点抽出処理(ステップS93)及び特異点データ保存(ステップS94)が完了し、全画面処理の確認(ステップS95)は完了と判断され、1つの指紋画像の認識処理の完了となる。

【0070】そして、図13は本発明の一実施形態として示した指紋照合システムのアルゴリズムである。テレビカメラ映像入力(ステップS1)乃至真の特異点抽出(ステップS9)、そして全画面処理の確認(ステップS95)までのアルゴリズムは、既に図5、図6及び図9に沿って略説明済みの内容を連結したものである。

【0071】又、テレビカメラ映像入力(ステップS1)の直後のブロック細分化(ステップS2)がこの実施形態では必須要件であり、複数に分割され細分化されたブロック画像を二値化処理(ステップS3)及びグレースケール画像改善(ステップS5)へと至らせる。又、全画面処理の確認(ステップS95)の結果が「はい」なら照合処理(ステップS74)又は指紋照合データベースへの格納(ステップS75)に至る。尚、照合処理(ステップS74)の際には数値化されたデータの状態で指紋照合データベースの照合見本データと比較照合される。

【0072】尚、前記ブロック画像のつなぎ目には碁盤

目状のノイズが発生する(図示せず)ので、ソフトウェアによりそのノイズを除去するが、そうしても必要な情報は欠落せずに、全画面分の情報を確保し又は補足できるように、隣接するブロック間では互いにオーバーラップさせている。

【0073】このようにして、1秒間に1億命令を実行するコンピュータは、入力された指紋画像のノイズ除去、画像改善、二値化、細線化、疑似特異点除去及びデータベースとの照合の一連の操作を0.24秒で実行し、1つの指紋画像に対する前記指紋特徴データを40乃至60バイトのデータ量で識別可能に処理する。

【0074】又、画質改善及び各種処理に関し、さらに説明する。図6及び図13に示したように、画像分割する以前の指紋画像から、隆線方向検出(ステップS4)により隆線方向の情報を抽出し、図示しない方向性フィルタを制御し、前記グレースケール画像改善(ステップS5)に利用している。ここで、指紋画像が方向性フィルタへ入力され、これが一般的な指紋の形状から明らかに逸脱する程の修正を要する箇所があれば、そこを前記隆線方向の情報を沿って、指紋らしい形状になぞった線を書き足すように情報修正し、より鮮明な画像に改善する。要するに、人の肉眼により要修正箇所を発見し、その周囲の隆線方向から憶測して手修正を加えることに匹敵する修正をソフトウェアで自動的に実行するように信号処理プロセッサ(以下、DSPとも称す)のプログラムにより実施している。

【0075】又、ブロック細分化はラスタースキャン方式のテレビ画面を碁盤目状に区分して、各ブロック画像毎にデータ処理すれば、機械には不得手である複雑な画像情報の処理を単純化し、一意処理に近づけられる。何故ならば、一つの指紋画像を拡大すれば、その隆線形状は単純化し、特異点との関係でのみ簡素に書き表せる線画になり、機械での一意処理による認識も可能となるからである。

【0076】従って、テレビ画面に一つの指紋画像を大写しに構図し、それを各ブロック画像に分割したならば一意処理に近づけられる。但し、前記各ブロック画像の情報の全部を記憶させるわけではなく、指紋照合に寄与し、回転、移動、ノイズに強い局所的な特異点30とそれにまつわる特徴弦51、52、53の抽出をまでを、前記各ブロック画像を読み取った直後にその都度、局所的完結データ処理しながら、その処理時間を費やす間にラスタースキャンが進んで移動した画像読み取り部(図示せず)に対応するブロック画像の情報は読み飛ばしている。要するに考えている間は読まないのである。そうすることによって、必要なメモリ容量を少なく抑えられる。具体的には、小型テレビカメラと、図示しない信号処理プロセッサ(DSP)を接続したシステム構成である。DSPのプログラムには、本発明のアルゴリズムがプログラムの形で備えられている。

【0077】前記小型テレビカメラからラスタースキャン方式で取り込む $200 \times 200 = 2$ 万画素である前面を 32×22 画素の小ブロック画像毎にDSPのデータメモリに一時格納し、直ちに測定点31, 32, 33, 34をサンプリングしながら隆線40に沿って設定し、特異点隆線情報即ち指紋特徴データに数値化する。このようにして、数値化され抽出された指紋特徴データは図示しないデータメモリに格納する。

【0078】そして、次に入力される小ブロック画像のデータについて同様の処理を行う。又、前記DSPが特徴弦51, 52, 53を抽出するのに時間を要するため、連続したブロックの処理は行えない。即ち、コンピュータが考えながら特異点隆線情報を数値化するのに忙しく、その間は新規情報を読み込まないようにして、メモリ容量の節約を図っている。

【0079】このシステムでは、前記小ブロック画像の処理は独立して実行できるので、例えば毎秒25フレーム(欧州とロシアのPAL又はSECAM方式テレビ)のスピードのスキャンで、6フレームの指紋画像を入力し、全体として全ての画像領域をカバーするようにしている。逆に言えば、1フレームの指紋画像から全ての画像領域の1/6より少しだけ多く(前記オーバーラップ分)の画像データを読み取っている。

【0080】1フレームの指紋画像から全ての画像領域をカバーしようとしても、前記DSPが指紋照合に必要最小限の前記特異点隆線情報を数値化するのに0.24秒程度を要するので、1フレームをスキャンする1/25秒又は1/30秒(日米のNTSC方式テレビ)ではカバー出来なくなる。そこで6乃至7フレーム分の時間、即ち6/25秒又は7/30秒に跨がって1組の指紋画像情報を前記小ブロック画像毎に間欠的に捕捉し、その都度加工しながら機械が指紋照合するのに都合の良い、略一意的な数値情報即ち指紋特徴データにしてデータベース化している。

【0081】ここで、指紋照合システムの実際の運用方法に際し、まずは照合対象となる多数の指紋特徴データをホストコンピュータ又は情報センタのデータベースに登録する。次に本人確認のために撮像した指紋画像から指紋特徴データを抽出して指紋照合に用いる。前記データベースに登録され、照合対象となる多数の指紋特徴データと照合し、予め定められた照合度合い判定基準により、「真」か「偽」の判定する。

【0082】例えば、指紋照合の正しさの尺度として、正しく照合する確率として、「照合率」があり、「真」と判定されたサンプルの中に含まれる、「真」の指紋の割合であり、100%であることが理想であるが、これを100%にこだわると一切のノイズ成分を含まない完璧な指紋照合でなければ判定出来ないことにもなり、かなりの高い確率で、登録指紋を受け付けられない。

【0083】さらにそれだけでなく、「真」の指紋であ

るにもかかわらず、誤って「偽」の判定をする「不照合率」があり、「偽」と判定されたサンプルの中に含まれる、「真」の指紋の割合であり、0%であることが理想であるが、前記「照合率」を100%に設定すれば、数%程度の前記「不照合率」となる。これらの概念は自動販売機等におけるお札の「真」か「偽」の判定照合システムそのものにも見られる、「真偽判定照合感度」の設定と同様であり、実用上、妥協できるレベル設定が成される。

10 【0084】本発明によれば前記「照合率」を100%に設定しても、前記「不照合率」を僅か1.2%に抑えることに成功した。これは従来の世界最高の指紋照合システムの同「不照合率」が27.72%であったことに比べれば画期的成功と言える。このことは、特に回転、移動、ノイズのある入力指紋画像に対して、識別能力が高くなつたことも意味する。

【0085】又、前記指紋特徴データの収集及び照合の一連のデータ処理を、毎秒1億命令実行可能な信号処理プロセッサを有するコンピュータが動作し、1つの指紋画像あたり50バイト前後の前記指紋特徴データを割り当てる前記照合手段により識別すれば、入力画像のノイズ除去、画像改善、2値化、細分化、照合の一連の操作を0.24秒で処理できる。このことは実用レベルとしては従来のものよりも格段に高速かつ確実な照合ができたと言える。

【0086】又、通信ネットワークに接続し、データベースの具備された情報センタと情報通信すれば遠隔地でも本人確認できる。

【0087】又、複数の指の指紋特徴データを複数の指の指紋特徴データをAND、NAND、OR、NOR等の組み合わせでなる論理演算により本人確認の規則を設定した。このようにして、父、母、子供たち全員の各親指の指紋データをORで使用許可する設定すれば、家族共通の施錠にちょうど良く、自宅の施錠を初めとして家族限定等と適宜複数の人を権利者の許容範囲として自在に設定でき、例えば自動車事故損害賠償責任保険における家族限定等の特約事項に適合する自動車運転施錠装置に利用できる。又、1人で20指有るので、その級数計算でなる組み合わせは暗唱番号よりもバラエティーに富み、しかも保護対象への保護効果は絶大に強化される。

例え、右親指と左人差し指のANDに適合したら許可の条件にする。そして、万が一指紋データを守秘義務者等が故意又は過失で漏らし、又は盗用された場合は、そのことを本人が察知した時点で速やかに前記組み合わせを左右の小指のAND等に変更すれば被害の拡大を阻止できる。

【0088】尚、米国の電子商取引における改正法の下で、たとえ「暗唱番号が署名と同等の法的効果を有する」という環境になつても、本人確認機能に関する常識的かつ究極的判断としては指紋の方を暗唱番号よりも上

位に位置付けられることが必至である。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように曲線識別システムを構成したので、請求項1に係る発明によれば、少ないメモリ容量で曲線を表すことができる。従って、湾曲の方向が反転しない曲線であれば、曲線の長さと形状を計測データの数値群のみによって正確に記憶、再生、又は照合できる。しかも、試料を移動又は回転させても支障なく曲線の識別ができる。即ち、この曲線を表すデータ形式は、移動や回転に強い曲線形状の表し方である。一般に、数値群のみの比較であれば、人よりも機械の方が断然有利である。これらのこととは、人にはできても機械には比較的困難とされていた、「ものの形状パターン認識」を略完全に機械に置き換えて、なお余りあるほどの膨大なデータベースを高速かつ正確に処理できる効果をもたらす。

【0090】又、請求項2に係る発明によれば、有限の分解能でしかありえない撮像面等、即ち拡大して見れば隙間だらけに配列された視覚機能を有する複数の画素の隙間部分に存在して見落とされる点をも、計算上は厳密に推定できるので、理論的には無限の分解能を追求できる。

【0091】又、請求項3に係る発明によれば、S字状に湾曲の方向が反転する曲線であっても、その曲線の湾曲方向まで特定しながら形状を識別し、数値から曲線への再現も完全に可能となり、さらに認識画面上で回転した曲線をも、方向を示す数値以外の数値が一致していれば、似た形状の曲線でありながらも、それらの違いを、識別することが可能となる。逆説的には、単に回転したに過ぎないであろう一見して類似形状の曲線を照合すれば、同一の曲線形状であることを断定できる。

【0092】又、請求項4に係る発明によれば、認識画面上で曲線が移動した位置を示す数値の違いによってそのことを識別することが可能となる。逆説的には、単に移動したに過ぎないであろう一見して類似形状の曲線を照合すれば、同一の曲線形状であることを断定できる。

【0093】又、請求項5に係る発明によれば、ノイズを含む指紋の入力画像に対しても、高い照合率で指紋照合ができる。

【0094】又、請求項6に係る発明によれば、特異点隆線形状だけでは登録できなかった指紋もほぼ100%登録し、照合できるようになった。

【0095】又、請求項7に係る発明によれば、膨大な試料数の機械照合に最適となり、従来よりも少ないメモリ量を初めとする簡素な設備により、高速かつ正確な指紋照合が可能となる。

【0096】又、請求項8に係る発明によれば、ノイズによって発生する疑似特異点を少ない計算量と高い精度で真の特異点から区別することが可能になった。

【0097】又、請求項9に係る発明によれば、メモリ 50

容量を浪費していた指紋画像全体の生画像データ、即ち情報量削減処理のなされる以前の画像情報をためること無く、少ないメモリ容量でシステム構成できる。

【0098】又、請求項10に係る発明によれば、指紋の平行移動のずれ補正を平行移動操作と比較という探索を行わないので、極めて高速な指紋照合が実現可能となつた。

【0099】又、請求項11に係る発明によれば、指紋の回転移動のずれ補正を回転移動操作と比較という探索を行わないので、極めて高速な指紋照合が実現可能となつた。

【0100】又、請求項12に係る発明によれば、実用性を維持しながら設備の簡素化を実現できる。

【0101】又、請求項13に係る発明によれば、少ないメモリ容量で照合速度及び照合率を高めることができ、実用レベルとしては従来のものよりも格段に高速かつ正確な照合ができる。

【0102】又、請求項14に係る発明によれば、さらに大幅なメモリ領域の削減と高速での照合ができる。

【0103】又、請求項15に係る発明によれば、遠隔地での指紋照合の利用もできる。

【0104】又、請求項16に係る発明によれば、従来はカード、鍵、切符、定期券、署名、印鑑、バッジ、顔及び本人の声で判別していた本人確認を瞬時の指紋照合だけで済ませられる。

【0105】又、請求項17に係る発明によれば、秘密保護の対象品に対する秘密保護管理のコスト削減になる。

【0106】又、請求項18に係る発明によれば、家族限定等と適宜複数の人を権利者の許容範囲として自在に設定できる。例えば自動車事故損害賠償責任保険における家族限定等の特約事項に適合する自動車運転施錠装置に利用できる。又、1人で20指有るので、その級数計算でなる組み合わせは暗唱番号よりもバラエティーに富み、しかも保護対象への保護効果は絶大に強化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】特徴弦の数値化の説明図である。

【図2】識別すべき曲線が移動し回転した図である。

【図3】画素の隙間部分に存在する測定点の座標値を近似計算する原理の説明図。

【図4】特徴点の方位角と曲率を用いた曲線形状システムの説明図である。

【図5】細線化とポジネガ反転による真の特異点抽出アルゴリズムである。

【図6】グレースケール画像改善手段まで含めた真の特異点抽出アルゴリズムである。

【図7】疑似特異点の説明図であり、

(a) 同じ方向の隆線を持って近接する端点の説明図である。

(b) 分岐点に近接する端点の説明図である。

(c) 画像の枠に近接する端点の説明図である。

【図8】白黒反転と細線化による特異点抽出法の説明図であり、

(a) 処理前の白黒ブロック画像の説明図である。

(b) 中途処理の抽出特異点の説明図である。

(c) 白黒反転ブロック画像の説明図である。

(d) 最終処理後の抽出特異点の説明図である。

【図9】二次的な特徴点を用いた曲線識別システムの説明図である。

【図10】内積を利用した擬似特異点の除去の判定の説明図である。

【図11】平行移動に関するずれ補正を必要としない照合方法における、類似度指標値の累積値の格納メモリ領域の説明図である。

【図12】ラスタースキャン及び全画面の数値化による認識処理の特異点抽出アルゴリズムである。

【図13】指紋照合システムのアルゴリズムである。

【符号の説明】

10 第1の画素位置

11 第2の画素位置

12 測定点

20, 21, 22 端点

30 特異点

40, 400 曲線又は隆線

41, 42, 43, 44 単位長さの弦

12, 31, 32, 33, 34 測定点

51, 52, 53 特徴弦

91 特徴点

92~95 二次特徴点

10 99 規定の直線距離

100 基準点

101, 401 分岐点

102, 103, 104 隆線又は谷線上の点

402~405 軌跡点

407 基準軸

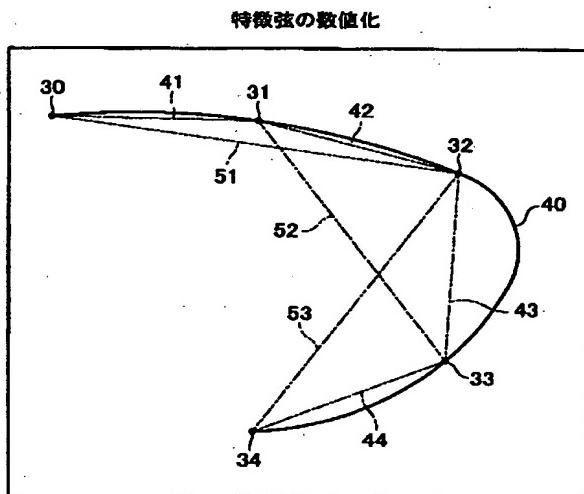
408 特徴点の方位角

409, 410, 411 曲率度

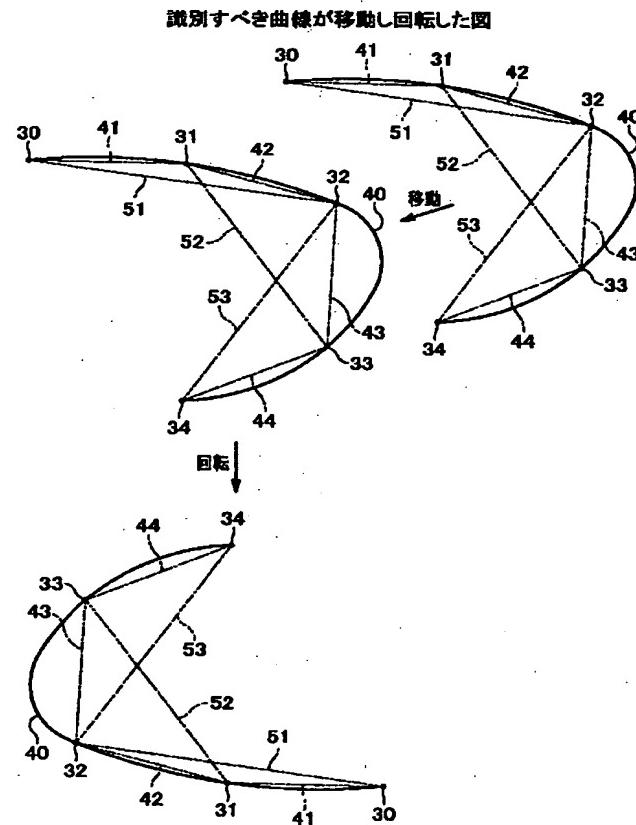
501~504 長さDの弦

RS1~RS4 二次特徴点を始点とする隆線の形状

【図1】

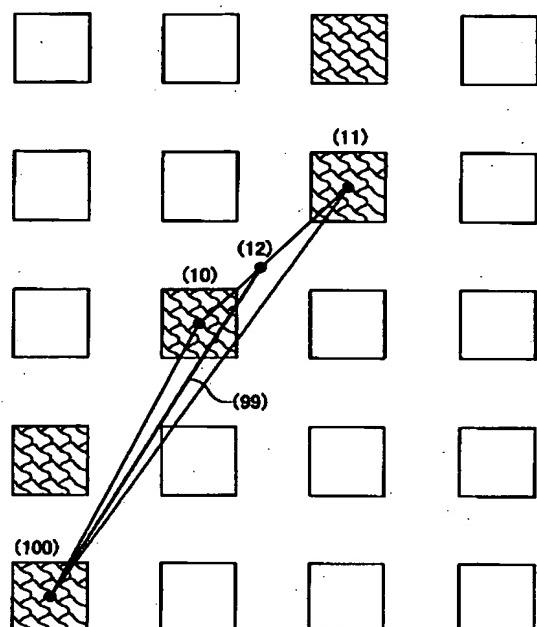


【図2】

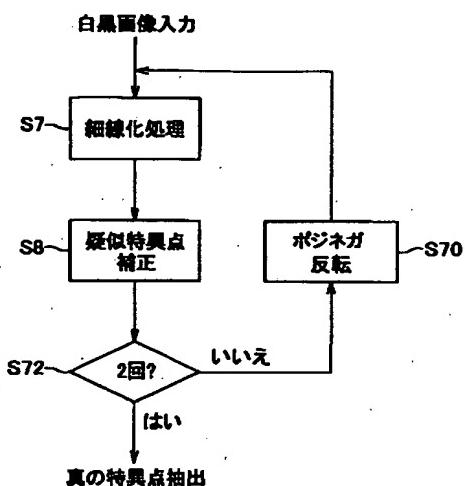


【図 3】

画素の隙間部分に存在する測定点の座標値を近似計算する原理 細線化とボジネガ反転による真の特異点抽出アルゴリズム



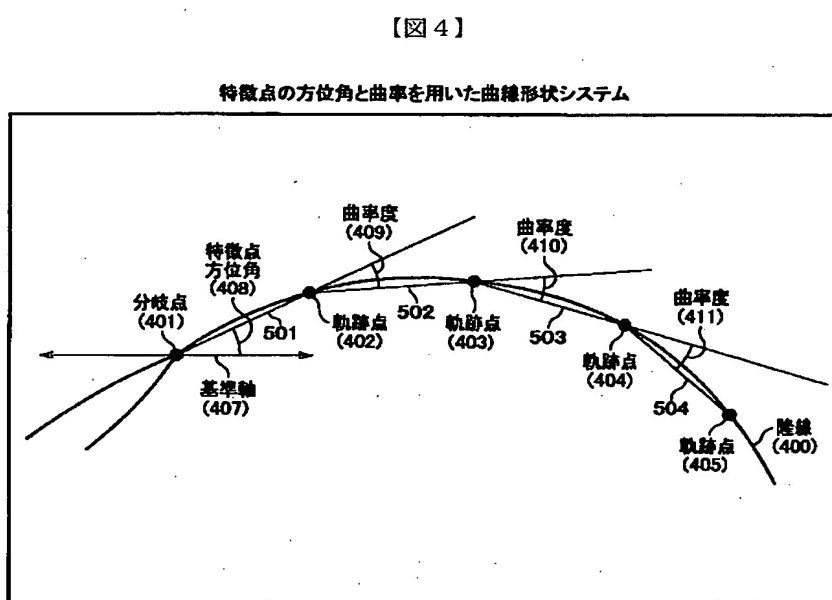
【図 5】



【図 7】

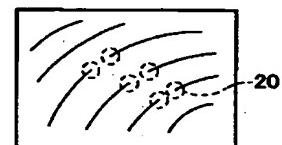
疑似特異点

(a) 同じ方向の陸線を持つ近接する端点

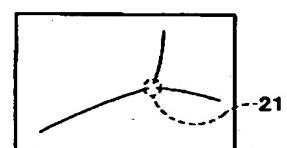


【図 4】

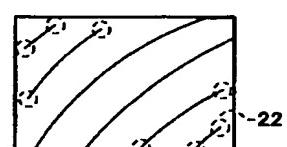
特徴点の方位角と曲率を用いた曲線形状システム



(b) 分岐点に近接する端点

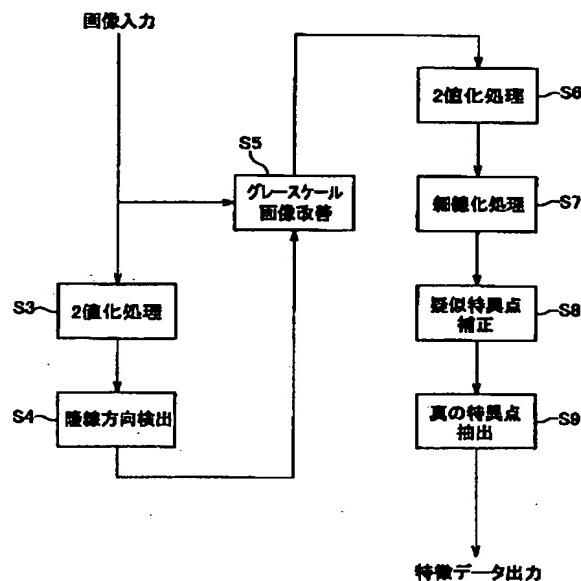


(c) 画像の枠に近接する端点



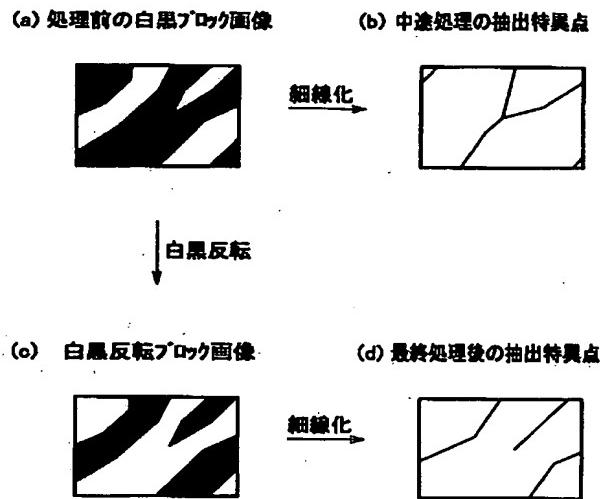
【図 6】

グレースケール画像改善手段まで含めた真の特異点抽出アルゴリズム



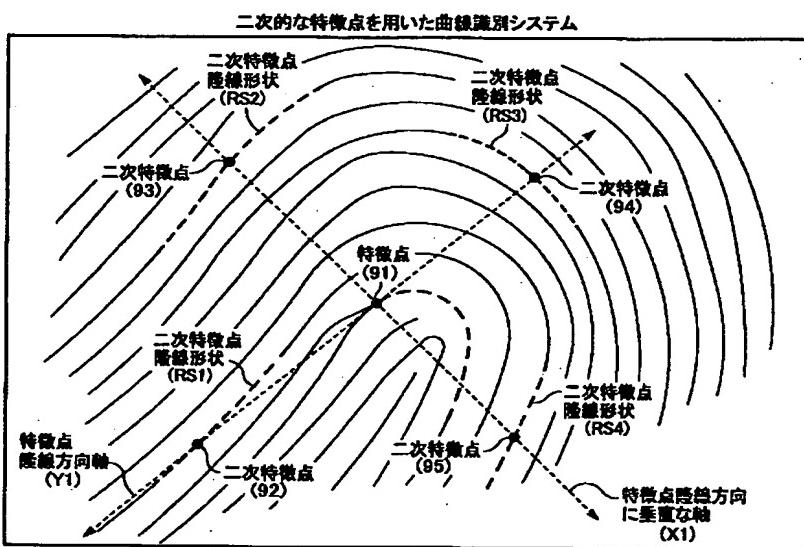
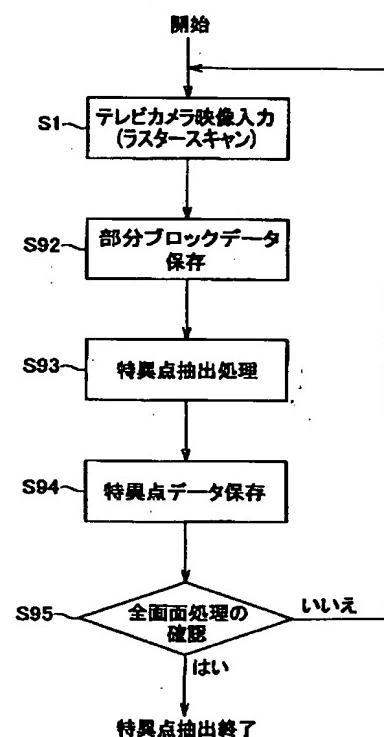
【図 8】

白黒反転と細線化による特異点抽出法



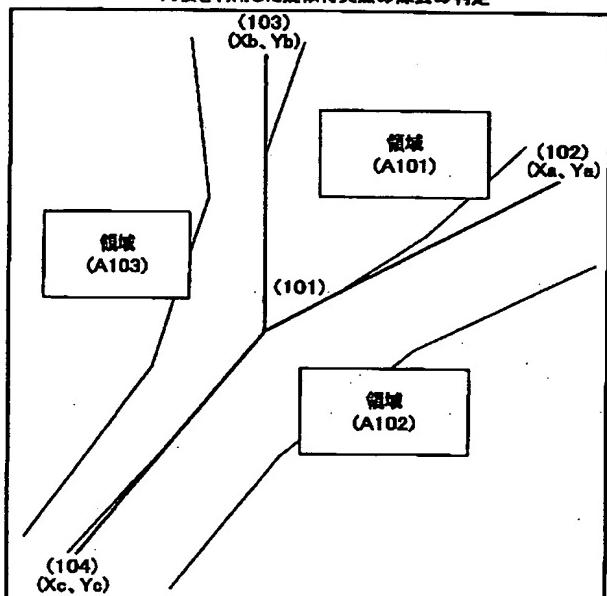
【図 12】

【図 9】

ラスタースキャン及び全面面の数値化による
認識処理の特異点抽出アルゴリズム

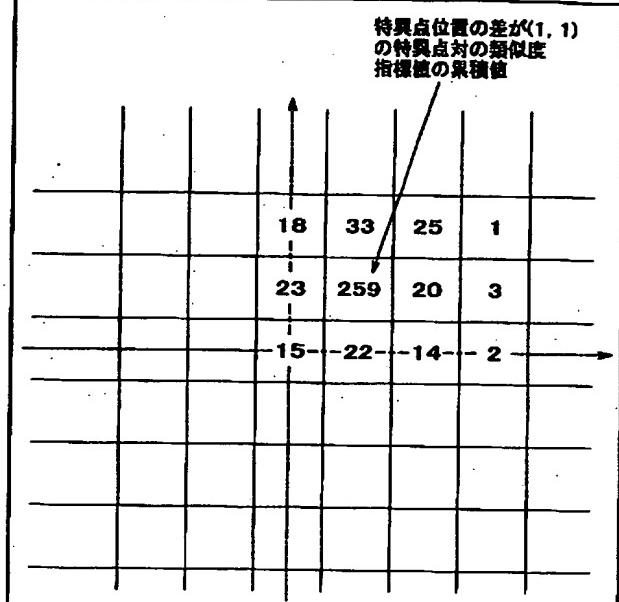
【図 10】

内積を利用した類似特異点の除去の判定



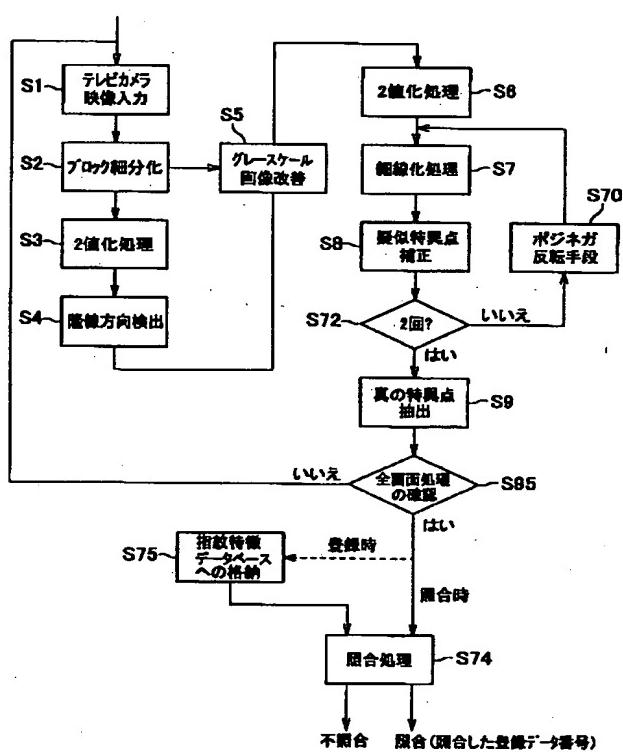
【図 11】

平行移動に関するずれ補正を必要としない照合方法における類似度指標値の累積値の格納メモリ領域



【図 13】

指紋照合システムのアルゴリズム



フロントページの続き

(72)発明者 大塚友彦
東京都八王子市柄田町1220番2号 東京工業高等専門学校電気工学科内

(72)発明者 モハメド・ムスタファ
東京都目黒区大岡山二丁目12番1号 東京工業大学理工学研究科電気電子工学専攻内
Fターム(参考) 5B043 AA09 BA02 EA06 EA07 EA08
EA14 GA02
5L096 AA03 AA06 BA15 CA02 DA02
EA04 FA09 FA67 FA68 HA08
JA05